



Chapitre

3

Maîtrise esthétique des parements

- 3.1 Qualité esthétique des parements**
- 3.2 Teintes et textures des parements**
- 3.3 Traitements et animations
des surfaces des parements**

3.1 Qualité esthétique des parements

Selon l'architecte Claude Parent: « Le béton, matière malléable, fournit une grande liberté de création: le béton libère l'imagination. Le béton sortant brut de son moule traduit la réalité de sa nature, de sa structure, de sa matière: le béton apporte la franchise de l'expression. Le béton ayant la possibilité de modifier son aspect final suivant la composition, la paroi du coffrage, le traitement de surface, il propose aux architectes une variété infinie d'états de surface: le béton permet le jeu des apparences. »

Grâce à ses qualités expressives, le béton peut être beau et ne nécessite aucun revêtement. Trois facteurs essentiels déterminent la réussite d'un béton apparent.



La forme

Les coffrages et les moules de natures très diverses permettent la réalisation de toutes les formes imaginées, grâce à la plasticité du matériau.

La teinte

La teinte du parement est apportée par les composants du béton. Gris ou blanc, le ciment, mélangé aux éléments les plus fins donne au béton brut de démoulage sa teinte de fond. Elle peut être modifiée par l'ajout de pigments. Dans le cas des bétons traités, c'est la couleur des granulats les plus gros qui prédomine. Ils seront mis en valeur par le traitement qui, suivant son intensité, les rendra plus ou moins visibles.

La texture

La surface peut être lisse ou rugueuse, comporter des creux et des reliefs, reproduire des motifs décoratifs. Les dispositions adoptées lors du moulage ou de la mise en œuvre, les traitements de surface avant ou après démoulage, créent une variété infinie de textures qui seront accentuées par la lumière.

3.1.1 - Qualité esthétique des parements

Le béton, matériau minéral, composite par nature, moulable à volonté, est la matière des parements. Il s'adapte à tous les projets et répond pleinement à la demande esthétique et aux exigences architecturales contemporaines.

Les multiples compositions des bétons, la sélection des composants et de leur dosage, les dispositions adoptées lors du coffrage ou de la mise en œuvre, les traitements de surface avant ou après démoulage, la teinte apportée par les constituants créent une palette quasi illimitée d'aspects, de textures et de teintes qui sont mis en valeur et accentués par la lumière. Le béton peut être rugueux, lisse, poli ou brillant. La surface peut comporter des creux, des incrustations et des reliefs ou reproduire toutes sortes de motifs décoratifs.



Lors de la conception et de la réalisation d'un ouvrage, de nombreux paramètres doivent être maîtrisés pour obtenir des parements conformes, en terme de teintes et de textures, aux attentes des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre et à la volonté esthétique des architectes.

Un parement en béton est une surface coffrée, généralement visible après achèvement de l'ouvrage. Il doit résister aux diverses agressions auxquelles est soumise la structure pendant sa durée d'utilisation et s'intégrer le plus naturellement possible dans son environnement.

L'obtention d'un parement de qualité repose sur l'attention que l'on portera lors de la formulation du béton et lors des différentes étapes de sa mise en œuvre. L'homogénéité de l'aspect est induite par celle des constituants du béton. La régularité des caractéristiques des constituants est de ce fait un point essentiel. La qualité des coffrages et des produits démoulants, des modes de coulage et de la vibration ainsi que les conditions de maturation participent au résultat final.

La technologie du béton progresse régulièrement sous l'impulsion de nombreux programmes de recherche, avec les Bétons à Hautes Performances, les bétons fibrés ou encore les bétons autoplaçants qui, par leurs qualités plastiques permettent une mise en œuvre plus facile. Les évolutions qui en

résultent se traduisent par une optimisation continue des performances mécaniques et des possibilités esthétiques des bétons.

En plus de leurs qualités physiques et de leurs performances mécaniques, qui répondent aux exigences constructives, les bétons sont moulables et offrent une variété infinie d'apparences, une multitude d'aspects, de couleurs et de formes. Ils permettent de traduire et d'exprimer en volumes esthétiques simples ou complexes, les souhaits et la volonté des architectes dans un parfait respect de l'environnement.

Les progrès techniques de ces dernières années offrent aujourd'hui aux maîtres d'ouvrage, aux maîtres d'œuvre, aux architectes et aux entreprises une très grande diversité de bétons pour la conception et la réalisation de parements esthétiques.

Les professionnels disposent d'un matériau qui autorise une variété infinie de possibilités d'aspect, qui répond pleinement à la demande esthétique, qui s'adapte à chaque type d'ouvrage, à la nature du chantier, aux conditions de mise en œuvre, aux exigences architecturales contemporaines et aux besoins et attentes des utilisateurs. Les méthodes de fabrication actuelles permettent de satisfaire la qualité attendue des parements en termes d'aspects et de performances.

3.1.2 - Différents types de parements

Le parement en béton peut être :

- brut de décoffrage, dans ce cas, il présente un aspect lisse, uniforme et régulier ou une texture moulée obtenue en utilisant une matrice ;
- traité en surface après décoffrage ou démoulage ; le traitement de surface peut être appliqué sur le béton frais ou sur le béton durci.

Les surfaces brutes peuvent être lisses ou à reliefs et être obtenues par démoulage immédiat ou différé. On distingue les surfaces brutes contre-moule (l'état de surface est obtenu au contact avec le moule, il porte l'empreinte du moule) et les surfaces brutes hors moule ou dessus de moule, c'est-à-dire travaillées à l'état frais par talochage, lissage ou impression (l'état de surface correspond à une face qui n'est pas au contact avec le moule pendant le moulage).

La qualité esthétique des ouvrages est ainsi enrichie en accentuant à l'infini le grain de la matière, les creux et les reliefs, en modelant la surface et en rendant plus ou moins apparents les différents composants.

On distingue deux types de surfaces.

• **Les surfaces traitées à l'état frais**

De nombreuses techniques permettent de traiter le



béton à l'état frais telles que le brossage, le striage, le lavage, l'impression, etc.

• **Les surfaces traitées à l'état durci**

Les surfaces béton peuvent aussi être traitées à l'état durci par des techniques très variées telles que la désactivation, le sablage, le grésage, le boucharchage, le polissage, etc.

Tableau 17: catégories de surfaces brutes

Catégorie de surface	Type d'aspect	Obtention et description de l'aspect
Brute contre-moule	Brut, durci moule	Surface lisse ou à reliefs, similaire à la paroi du moule ou à la matrice
	Brut, démoulage immédiat	Aspect de surface correspondant au glissement ou au décollement du moule sur le béton frais
Brute dessus de moule (ou hors moule)	Dressé	Règle tirée sur le béton frais
	Taloché	Passage d'une taloche sur le béton frais
	Feutré	Passage d'une brosse souple, d'une plaque de polystyrène expansé ou d'un chiffon Aspect homogène, plus fin qu'un simple talochage
	Lissé	Passage d'une truelle ou d'une lisseuse sur le béton frais Aspect de surface lisse et dense
	Strié	Passage d'un balai, d'une brosse à poils durs ou d'un râteau créant des stries sur la surface
	Avec empreintes	Passage d'un rouleau d'impression ou d'un instrument similaire sur le béton frais - Impression réalisée par une matrice

3.1.3 - Caractérisation des parements

Le fascicule de documentation P 18 503 caractérise l'aspect de surface d'un parement en béton par trois critères :

- la planéité : P
- la texture : E
- la teinte : T

Chaque critère est associé à un chiffre qui correspond à un niveau croissant de qualité.

On distingue la **planéité d'ensemble** et la **planéité locale**.

La texture est définie par un **bullage moyen**, un **bullage concentré** ou des **défauts localisés**.

La **teinte** est appréciée sur une échelle de gris comprenant sept niveaux.

3.1.4 - Aspect de surface et appréciation des parements

L'aspect perçu du parement résulte de l'action de la lumière sur le béton, du type de lumière et de la perception de l'œil de l'observateur. L'architecte doit donc définir la texture et la teinte du parement en prenant en compte les conditions d'éclairage du parement et les effets qu'il souhaite créer.

L'appréciation d'un parement est délicate. Elle relève à la fois de données subjectives issues du domaine de la perception et de données mesurables et objectives liées à des caractéristiques physiques.

L'aspect de surface est défini selon deux paramètres :

- la texture de la peau du béton : elle est caractérisée par l'état de surface du béton ;
- la teinte, qui dépend de la couleur des différents constituants du béton (granulats, ciments, pigments de coloration, etc.) : elle est caractérisée par une couleur et par les variations de nuances autour de cette couleur.

Le fascicule de documentation P 18-503 permet de qualifier un parement en béton (coulé en place ou préfabriqué) selon sa teinte et son homogénéité en



classant les écarts entre différents aspects des surfaces de béton. Il permet de fixer les critères d'acceptation d'un parement selon des niveaux croissants de qualité par rapport à un parement de référence et donc de contractualiser la teinte moyenne ainsi que la plage de variation acceptable. Les écarts admissibles peuvent être définis entre le maître d'œuvre et l'entreprise à l'occasion de la réalisation d'échantillons de référence.

Les conditions d'observation et les critères de contrôle des parements doivent donc être préalablement définis.

- L'âge du béton : le phénomène de maturation du béton entraîne une évolution de sa teinte (généralement le béton s'éclaircit au cours du temps).
- Les conditions climatiques : la température, la pluie, l'hygrométrie ambiante, la présence du soleil influent sur l'appréciation de l'aspect du parement et sur l'homogénéité de la teinte.

Tableau 18: incidence des paramètres de formulation et de mise en œuvre sur la clarté des bétons

	Plus clair	Plus foncé
Ciment Portland	Teneur en oxyde de fer faible	Teneur en oxyde de fer élevée
Ciment à base de laitier de haut fourneau	Teneur en laitier élevée	Teneur en laitier faible
Rapport eau/ciment	Élevé	Faible
Matériau de coffrage	Peu absorbant	Très absorbant
Surface de coffrage	Lisse	Rugueuse
Temps de décoffrage	Court	Long
Âge du béton	Jeune	Âgé



- La distance d'observation: l'aspect perçu du parement peut varier considérablement en fonction de la distance et de la position d'observation par rapport à l'ouvrage (la distance minimum d'observation lors des visites de réception doit être définie dans le marché).
- Les conditions d'éclairage (type de lumière).

3.1.5 - Protection des parements

Les parements en béton doivent être entretenus régulièrement par des méthodes adaptées. Leur protection et leur entretien doivent être considérés comme des actions prévisibles et normales.

Le béton, selon sa compacité, sa porosité et sa rugosité, est plus ou moins sensible aux salissures. En optimisant l'homogénéité et la porosité du béton, on réduit la présence de vides susceptibles de favoriser la pénétration des salissures.

Les parements peuvent être protégés de manière préventive. Il existe des produits de protection qui répondent aux nuisances causées par la pollution et les graffitis. La gamme s'étend de l'hydrofuge aux systèmes pelables, en passant par les produits permanents se nettoyant, conservant toutes leurs caractéristiques et permettant le nettoyage des tags. Les hydrofuges sont bien adaptés au béton. Ils sont destinés à limiter la pénétration de l'eau

dans les pores et les capillaires du béton sans en altérer les qualités esthétiques (pas de modification de la teinte ou de la texture). Ils permettent d'obtenir un effet « perlant », les gouttes d'eau glissant sur la surface traitée sans s'y étaler. Les hydrofuges présentent également une bonne résistance à l'encrassement. Les films pelables sont appliqués manuellement ou par projection. Si un tag est appliqué, on enlève directement le film qui se dissout à l'eau chaude ou froide sous pression selon le procédé.

3.1.6 - Entretien des parements

L'entretien est une opération qui doit être considérée comme naturelle. La conservation du bon aspect d'un parement justifie l'entretien du béton au même titre que celui d'autres matériaux pour lesquels cette intervention est admise et effectuée régulièrement.

Les techniques de nettoyage usuelles sont les suivantes.

- Le sablage, surtout en voie humide pour limiter les nuisances. La technique du sablage a évolué pour s'adapter à la nature du béton et préserver sa texture.
- L'emploi de l'eau, de préférence chaude, sous pression avec addition de détergents, permet une action rapide, sans mouiller de façon excessive le béton.
- La vapeur d'eau limite encore les effets du mouillage tout en agissant efficacement sur les impuretés grâce à sa vitesse de projection.
- L'emploi de produits chimiques mis au point par des sociétés spécialisées permet de dissoudre les salissures sans altérer le béton. Un nettoyage à l'eau chaude redonne ensuite au béton son aspect d'origine.

L'application d'un hydrofuge après traitement constitue une protection plus durable, limitant la fréquence d'intervention.

3.2 Teintes et textures des parements

3.2.1 - Teintes des parements

La teinte est apportée par les composants du béton. Chaque constituant : ciment, sables, fines, pigments, granulats de couleurs complémentaires ou opposées, a une influence sur l'aspect final. Gris ou blanc, le ciment, mélangé aux éléments les plus fins du sable, donne au béton brut sa teinte de fond. Celle-ci peut être modifiée par l'ajout de pigments. Dans le cas des bétons traités (bétons désactivés, par exemple), la couleur des plus gros éléments (les granulats) influence aussi la teinte du béton. Les granulats sont mis en valeur par le traitement, qui suivant son intensité, les rend plus ou moins visibles.



La teinte dépend :

- de la grosseur des grains en surface, les gros grains réfléchissant moins de lumière que les petits ;
- du serrage des grains en surface ;
- de la saturation en eau des pores du béton à proximité de la surface du béton.

Une surface plus rugueuse présente généralement une teinte plus sombre (la réflexion de la lumière est réduite – plus la rugosité est importante, plus la lumière incidente est absorbée).

La teinte des parements est définie par trois composantes :

- la luminance (L^*), composante principale qui représente le taux de lumière réfléchi par le béton (la luminance est fonction de la granulométrie, plus la finesse augmente, plus l'impression résultante est une augmentation de clarté dans une couleur donnée) ;
- deux composantes chromatiques (a et b) qui caractérisent une couleur dominante.



Ces grandeurs sont mesurables à l'aide d'un colorimètre. Elles permettent de caractériser de manière pertinente les fluctuations de teinte des parements en béton. La valeur de luminance positionne la mesure entre le blanc ($L^* = 100$) et le noir ($L^* = 0$). La teinte d'un parement est appréciée par référence à une échelle de gris (pouvant aller du blanc au noir) ou des nuanciers de teintes. Un degré de l'échelle des gris correspond à environ 10 points de l'échelle de luminance.

Le fascicule de documentation P 18-503 propose une échelle des gris utilisable pour contrôler ou évaluer la régularité de teinte des bétons, en particulier les écarts de teinte par rapport à la teinte moyenne. Elle comprend sept niveaux de gris que l'utilisateur peut comparer à la teinte du parement. Chaque niveau de qualité de la teinte « T » est défini par deux valeurs qui caractérisent les écarts admis sur l'échelle des gris par rapport à la teinte moyenne respectivement entre deux zones adjacentes de teintes différentes et entre deux zones éloignées de teintes extrêmes. Par exemple, le niveau de qualité T (3) correspond à un écart admissible entre deux zones adjacentes d'un degré par rapport à la teinte moyenne et un écart admissible entre deux zones éloignées de deux degrés par rapport à la teinte moyenne.

3.2.2 - Textures des parements

La texture des parements représente l'état physique de la surface, en particulier la rugosité. Elle peut aussi être extrêmement variée. Elle résulte à la fois des reliefs des moules, des techniques de démoulage, des traitements (de lissage, de profilage, de lavage) appliqués sur le béton frais, ou des traitements de surface appliqués sur les bétons durcis (désactivation, sablage, grésage, etc.). Dans le cas des traitements de lavage ou de désactivation, elle dépend aussi en grande partie de la composition granulaire du béton (dimensions, proportions et formes des gravillons).

Le fascicule P 18-503 propose aussi une échelle de degré de bullage qui permet de caractériser la texture d'un parement selon trois critères :

- l'aspect général caractérisé par un bullage moyen réparti sur l'ensemble de la surface considérée ;
- les zones de bullage concentré ;
- les défauts localisés.



Le niveau de qualité de la texture d'épiderme « E » est défini par un chiffre qui caractérise le bullage admissible respectivement sur l'ensemble de la surface examinée (bullage moyen) et en zones concentrées. Le bullage moyen est estimé par une échelle de référence définissant sept niveaux de bullage.

3.2.3 - Facteurs influençant la teinte des parements

La qualité de la teinte d'un parement ne résulte pas de l'application de recettes simples. Elle repose sur la maîtrise d'un ensemble de paramètres liés à la formulation du béton (régularité des matières premières utilisées, précision des dosages), à sa fabrication et sa mise en œuvre (bétonnage, vibration), aux caractéristiques du coffrage, de la peau coffrante et du produit démoulant et aux conditions climatiques et météorologiques (température, humidité) lors de la réalisation de l'ouvrage et les jours suivants.

■ Constituants des bétons

La teinte des bétons est apportée par celle de ses constituants, elle peut varier du gris aux couleurs les plus soutenues ou les plus pastels et à l'inverse aller jusqu'au blanc le plus lumineux. En sélectionnant les constituants en conformité avec les normes en vigueur (les sables, les granulats, les ciments gris ou les ciments blancs et les pigments), on obtient une palette quasi illimitée de couleurs : jaune, ocre, rouge, brun, marron, noir, vert, bleu... et de combinaisons de teintes.

La teinte des bétons bruts de démoulage est essentiellement influencée par les constituants les plus fins du béton : ciments, fines du sable, fines correctrices, particules ultrafines (telles que les fumées de silice) et pigments. La teinte des bétons traités est fonction principalement de la couleur des gros granulats tels que les gros grains de sable et les gravillons.

Les bétons peuvent être confectionnés avec des ciments gris ou des ciments blancs conformes à la norme NF EN 197-1. Le choix de la teinte du ciment est guidé par le type de parement à réaliser et la teinte finale recherchée.

Le ciment blanc est utilisé pour réaliser les bétons blancs et en général les bétons colorés (en utilisant des pigments de coloration) ou les bétons clairs voire très clairs (en utilisant des granulats de teinte claire, sables naturels de couleur beige, ocre, rose, etc.). Il met en valeur les sables et les granulats utilisés.

Ce sont donc les éléments les plus fins (fines et sables d'un diamètre inférieur à 0,4 mm), avec le ciment, qui vont déterminer la teinte de fond des bétons.

La coloration et la teinte générale des bétons peuvent être obtenues en utilisant des pigments naturels ou de synthèse qui offrent une palette étendue de teintes : jaune, brun, rouge, ocre, noir, vert, bleu, etc. Ils sont ajoutés en faible quantité dans le béton. Leur dosage, exprimé en pourcentage du poids du ciment, est compris entre 0,5 % et 2 % pour les teintes pastel ou claires, et entre 2 % et 5 % pour les teintes vives. Selon le résultat recherché ils sont associés à du ciment blanc ou du ciment gris.

Les aspects des parements en béton sont directement liés aux conditions de développement de la zone de peau correspondant à l'interface béton-coffrage. Les caractéristiques physico-chimiques de cette zone particulière sont essentiellement gouvernées par la quantité, la nature et l'homogénéité de répartition des éléments fins qui vont la constituer.

Les granulats contribuent aussi à la teinte des parements. Ils sont mis en valeur en fonction du traitement de surface appliqué. La teinte des bétons ayant subi un traitement de surface (béton lavé, béton désactivé, béton bouchardé, béton poli) est liée à la couleur des gravillons et des gros grains de sable.

La teinte du mortier peut s'harmoniser avec celle des granulats ou au contraire créer un contraste faisant ressortir la couleur des gravillons. Le traitement de surface peut aussi faire apparaître, de façon plus ou moins marquée, la teinte des grains fins du sable ou celle des gros grains. La taille et la forme des granulats ont aussi un impact déterminant sur la texture des bétons traités. La granulométrie doit donc être compatible avec l'aspect recherché.



Le choix de leurs caractéristiques (roulés ou concassés, teinte, dimensions) est donc déterminé par l'ensemble des contraintes mécaniques, physico-chimiques et esthétiques. La dureté des granulats doit être adaptée aux traitements de surface.

Tableau 19: teintes des granulats en fonction de leur nature minéralogique

<i>Nature minéralogique des granulats</i>	<i>Teintes</i>
Calcaires durs	Noir, bleu, rose, beige, blanc, vert
Granites	Jaune, rose, gris, vert
Basaltes	Noir ou bleu-noir
Grès	Gris, rouge, beige
Diorites	Bleu ou rose
Quartzites	Rose, gris, blanc
Silix	Beige ou bistre

■ Formulation des bétons

La formulation des bétons influe directement sur ses performances mécaniques, mais aussi sur la qualité et la teinte des parements. La teinte des bétons peut varier en fonction de nombreux paramètres de formulation, en particulier :

- le rapport (E/C) : plus ce rapport est élevé, plus le béton s'éclaircit ;
- le rapport G/S ;
- la teneur en éléments fins (éléments inférieurs à 80 µm), les éléments fins ont une influence importante sur la structure de la peau du béton et donc sur sa teinte ;
- le dosage et la finesse du ciment.



■ Fabrication et mise en œuvre des bétons

La teinte des bétons peut varier aussi en fonction de la régularité des constituants, de la fabrication, et de la mise en œuvre ainsi que des conditions climatiques (température, hygrométrie) lors des premières heures suivant le décoffrage. La vibration du béton a aussi une influence sur sa teinte.

■ Conditions de maturation

De nombreux paramètres interviennent sur les conditions de maturation du béton et donc sur sa teinte finale :

- la température du béton ;
- la température extérieure ;
- l'hygrométrie ambiante ;
- la ventilation ;
- l'échéance de décoffrage.

Le décoffrage doit être effectué dans des conditions de maturité constante.

Le temps nécessaire entre le coulage et le décoffrage varie en fonction de la géométrie du parement, de la composition du béton et de la température extérieure. Après décoffrage, la surface doit être protégée contre la dessiccation (déshydratation du béton en surface) par un traitement de cure qui permet de maintenir l'eau nécessaire à l'hydratation du ciment.

Trois grandes familles de paramètres influencent les qualités d'aspect des parements :

- les paramètres de formulation ;
- les paramètres de mise en œuvre ;
- les paramètres de maturation et de décoffrage.

Tableau 20 : les paramètres à maîtriser

Formulation du béton	Choix des constituants Conformité aux normes de référence Nature et couleur du ciment Dosage en ciment Rapport E/C et quantité d'eau Dimensions des granulats Couleur des granulats Teneur en fines (quantité minimale à respecter) Adjuvants Pigments de coloration Caractéristiques du béton frais
Mise en œuvre du béton	Régularité de fabrication du béton Consistance du béton frais Temps de transport et d'attente du béton Contrôle de réception Coffrage – structure coffrante Nature de la peau coffrante Porosité du coffrage Moules et matrices de coffrage Produits démoulants Méthode de mise en œuvre: pompage, benne... Qualité de la mise en œuvre Hauteur de chute du béton Méthode de vibration Méthode de cure
Conditions de maturation et de décoffrage	Protection du béton Température Hygrométrie et ventilation Échéance de décoffrage Protection après décoffrage

3.2.4 - Facteurs influençant la texture des parements

La texture de la surface des bétons résulte à la fois des reliefs, des moules, des techniques de démoulage, des traitements appliqués sur le béton frais ou sur le béton durci (sablages, grésage, etc.). Elle dépend aussi en grande partie de la composition granulaire du béton (dimensions, proportions, nature et forme des granulats).

■ Composition du béton

Plusieurs paramètres liés à la composition du béton peuvent avoir un impact sur sa texture finale :

- la consistance lors de la mise en œuvre ;
- le type d'adjuvants utilisés (plastifiants-réducteur d'eau, superplastifiants, entraîneur d'air, etc.) ;
- la sensibilité de la formulation aux variations de dosage des constituants (ces variations ayant une incidence sur la ségrégation et la porosité).

■ Coffrages

Une propriété essentielle du béton est son aptitude à épouser la forme dans laquelle on le coule lorsqu'il est à l'état frais. Le béton va ensuite conserver la mémoire du coffrage ou du moule qui l'a généré. Le coffrage va donc déterminer la forme et l'aspect du parement et contribuer à la qualité du béton durci.

Il existe une grande variété de matériaux pour réaliser les coffrages ou les moules : acier, bois massif, bois sablé, raboté, bakelisé, contreplaqué, matière plastique, polystyrène, etc. Le choix du matériau est fonction de la complexité de la géométrie de l'ouvrage à réaliser et du nombre de réemplois possibles.

Le matériau utilisé pour les coffrages, sa texture et la dimension des éléments de coffrage jouent un rôle déterminant sur la qualité et l'aspect des parements.

Les coffrages doivent être étanches et propres. Ils nécessitent une préparation soignée pour leur positionnement, leur mise à niveau et l'assemblage des divers éléments et leur stabilité. Après nettoyage, le produit démoulant doit être appliquée uniformément sur toute la surface.



La peau du coffrage est en contact direct avec le béton, c'est le « négatif » du parement à réaliser, c'est elle qui va lui donner son aspect définitif en lui laissant son empreinte. Le choix de la peau coffrante est donc fonction de l'état de surface que l'on veut obtenir.

■ Produits démoulants

La qualité finale du parement dépend aussi des produits démoulants utilisés pour la lubrification des coffrages, car l'aspect du parement est lié à l'interface béton/coffrage. Le choix d'un produit adapté et la qualité de son application conditionnent, en particulier l'homogénéité de la texture du parement et l'absence de bullage.

Les produits démoulants doivent être choisis en fonction de la nature du coffrage ou du moule utilisé et de leur comptabilité avec les peaux coffrantes. Ils doivent être appliqués de manière homogène sur l'ensemble du coffrage, sur une surface propre, en couche très mince d'épaisseur uniforme avant la mise en place des armatures. Ils sont appliqués à la brosse ou par pulvérisation en film mince.

Tableau 21 : les paramètres à maîtriser

Coffrage	Nature de la peau coffrante (notamment porosité) Assemblage des panneaux de coffrage Étanchéité du coffrage Rigidité et respect des tolérances dimensionnelles Nombre de réemplois Qualité du nettoyage Entretien des peaux coffrantes entre chaque emploi Condition de rotation des coffrages en fonction des cycles de coulage Entretien des coffrages
Produit démoulant	Qualité de l'application Nature du produit démoulant



■ *Mise en œuvre et vibration des bétons sur chantier*

La vitesse de remplissage du coffrage doit être suffisante et constante pour assurer l'homogénéisation entre les couches successives. La hauteur de chute ne doit pas excéder 80 cm à 1 m, afin d'éviter la ségrégation du béton au travers des armatures et un entraînement d'air occlus en trop forte quantité. Le béton ne doit pas être déversé contre les parois du coffrage.

La vibration du béton a pour but de mettre en mouvement les granulats et la pâte de ciment afin qu'ils trouvent un état d'équilibre en s'imbriquant les uns dans les autres. Elle permet de rendre le béton plus compact et donc de lui conférer ses propriétés physiques et mécaniques. Elle doit être la plus régulière et uniforme possible afin d'éviter tout phénomène de ségrégation. Un changement dans les conditions de vibration peut avoir des répercussions sur la texture. Le type, le nombre d'aiguilles à utiliser, leur diamètre, la fréquence et la durée de vibration doivent être préalablement déterminés en fonction de l'épaisseur de l'élément à réaliser.

Les aiguilles doivent être introduites dans les cheminées de vibration prévues à intervalles réguliers entre les armatures en fonction de leur rayon d'action, en veillant à ce que les intervalles se chevauchent partiellement. Elles ne doivent en aucun cas toucher les armatures ou le coffrage. Il est essentiel de disposer d'un plan de déversement soigneusement étudié et de bien convenir avec la centrale à béton des cadences de transport et de la continuité des livraisons.

3.3 Traitements et animations des surfaces des parements

3.3.1 - Principaux traitements de surface

L'architecte et le concepteur possèdent une grande liberté de création et d'expression, grâce à l'offre des choix, pour animer les parements: formes, teintes et aspects variés, obtenus parmi la grande palette des traitements de surface.

Les traitements de surface ont pour objet d'animer la surface du béton, soit en rendant les granulats apparents, soit en modifiant la texture, soit en créant des reliefs (stries, cannelures, rugosité, etc.). Les parements peuvent être aussi animés en matérialisant les joints suivant un plan de calepinage.

Les techniques de traitements de surface, combinées à la variété des compositions de béton, permettent une multitude d'aspects de surface. Celle-ci peut être lisse ou rugueuse, comporter des creux et des reliefs ou reproduire des motifs décoratifs.

On distingue trois principales familles de traitements de surface exécutés sur béton frais ou sur béton durci qui mettent en valeur les différents composants du béton:

- les traitements de lavage;
- les traitements mécaniques;
- l'empreinte du moule ou du coffrage.

Nota

Tous les traitements supposent qu'une épaisseur suffisante de béton soit prévue pour que l'enrobage des armatures soit respecté après traitement.

Nota

Les techniques de traitement sur béton frais nécessitent une parfaite maîtrise des vitesses, durées de prise et de durcissement, des conditions de température et d'humidité ambiante et des intervalles de temps à respecter entre la mise en place du béton et la réalisation des traitements.



Principaux traitements de surface à l'état frais :

- le lavage;
- l'impression;
- le striage;
- le talochage;
- le broissage;
- le photogravage.

Principaux traitements de surface à l'état durci :

- le sablage;
- le grésage;
- le polissage;
- le ponçage;
- la désactivation;
- le grenailage;
- le bouchardage;
- la métallisation.

DIFFÉRENTS TRAITEMENTS RÉALISÉS À L'ÉTAT FRAIS

> DRESSAGE / ARASAGE

Passage d'une règle tirée sur le béton frais pour aplanir la surface.

> TALOCHAGE

Égalisation de la surface obtenue par le frottement d'une taloche.

> LISSAGE OU GLAÇAGE

Création d'un aspect lisse par l'action de truelles.

> BROSSAGE

Passage de brosses à poils raides pour faire apparaître partiellement les granulats.

> STRIAGE

Création de stries profondes par l'action de peignes.

> IMPRESSION

Reproduction de dessins en reliefs ou creux par la pression de rouleaux ou de moules spéciaux.

> TRAITEMENTS D'ASPECT PAR LES MOULES

Création ou reproduction de formes, de reliefs ou de textures au moyen de moules, revêtements de moules ou matrices élastomères (mousse de polyuréthane, polystyrène expansé, etc.).

> LAVAGE

Réalisation de surfaces de granulats apparents par lavage direct du béton frais au jet d'eau.

> PHOTOGRAVAGE

Procédé qui consiste à reproduire sur le béton une photographie ou un dessin. Un désactivant intégré sur un support plastique ou polystyrène appliqué en fond de moule permet de reproduire l'image après décoffrage. Au contact du béton, le désactivant empêche localement la prise du ciment.

> FEUTRAGE

Finition après talochage par le frottement d'une brosse souple ou de chiffons.

> PRODUITS POLYCHROMES

Mélanges aléatoires de plusieurs bétons de différentes couleurs sur une même surface.

> VEINAGE

Traînées de couleurs différentes de celles de la surface pour reproduire des effets de flammes.



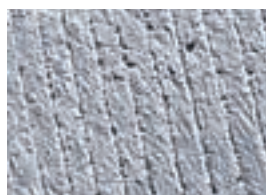
Traitement d'aspect par les moules



Photogravage



Striage



Impression



Dressage / arasage



Lavage



Brossage





3.3.2 - Moules et matrices de coffrage

Le béton, grâce à son aptitude au moulage et au durcissement à froid, permet de reproduire une multitude de formes, de textures et d'aspects que lui confèrent les moules ou les coffrages et d'animer ainsi les parements de motifs divers.

En effet, la très grande variété de matériaux utilisables pour mouler le béton permet, soit par façonnage de matériaux traditionnels tels que le bois, l'acier... soit par moulage de matériaux élastomères, d'obtenir une multitude d'aspects différents.

Les diverses techniques font appel en particulier pour la réalisation des parements à :

- des moules à reliefs traditionnels (bois, contreplaqué, acier, polyester, etc.);
- des moules revêtus par des films (souples et étanches, absorbants...);
- des moules revêtus par des matrices structurées (en polystyrène, polyester armé, élastomère, silicone, caoutchouc...).

Moule en élastomère



Moule en bois



Moule en contreplaqué



Moule en acier



La matière et la qualité des peaux coffrantes sont déterminantes sur l'aspect fini du parement en béton. Le choix de la matière est donc dicté par des critères de qualité du parement, conciliables avec les impératifs de construction, par le nombre de réemplois, la complexité de la forme à réaliser, par l'empreinte souhaitée et par la facilité de démoulage.

DIFFÉRENTS TRAITEMENTS RÉALISÉS À L'ÉTAT DURCI

> DÉSACTIVATION

Application d'un désactivant sur la paroi du moule ou à la surface du béton frais. La surface est ensuite décapée au jet d'eau ou brossée pour faire apparaître les granulats.

> DÉCAPAGE À L'ACIDE

Décapage de la peau ou de la laitance du béton par une attaque acide laissant apparaître les grains fins ou les gros granulats puis rinçage à l'eau.

> SABLAGE

Attaque de la surface du béton par l'action d'un jet de sable à plus ou moins forte pression sur le béton durci laissant apparaître les grains plus ou moins fins et adoucissant la texture des granulats.

> GRENAILLAGE

Attaque de la surface du béton résultant des impacts de grains de grenaille et faisant apparaître les grains moyens du béton.

> PIQUETAGE / CISELAGE

Éclatements ou destructions superficielles de la peau par les chocs :

- d'outils à pointes multiples,
- d'outils à une seule pointe,
- de ciseaux dentelés.

> ÉCLATEMENT

Parement cassé de façon irrégulière par l'action de marteaux pour faire apparaître l'ensemble des constituants avec cassure des gros granulats.

> CLIVAGE OU FENDAGE

Rupture du béton selon un plan défini par l'action de couteaux faisant apparaître la texture interne du béton et des granulats.

> GRÉSAGE

Attaque de la surface laissant de fines rayures, obtenue par l'action de meules à grains moyens, faisant ressortir la texture du béton et donnant une surface rugueuse.

> ADOUCISSAGE

Usinage avec des meules permettant de faire disparaître toutes traces visibles de rayures donnant un aspect « adouci ».

> POLISSAGE MAT OU BRILLANT

Usinage complet jusqu'au passage de meules à grains très fins à pierres tendres ou à feutres donnant un aspect poli mat ou brillant appelé aussi poli marbrier. Selon les granulats employés et le type de traitement, la surface peut être mate (trois passes de polissages) ou brillante (cinq passes de polissage).

> FLAMMAGE OU DÉCAPAGE AU CHALUMEAU

Éclatement superficiel (sur quelques millimètres) d'une surface de béton durci par l'action d'une flamme à haute température faisant apparaître la texture interne du béton.

> GOMMAGE

Projection par un flux d'air de particules extrêmement fines pour procéder à une homogénéisation de l'aspect ou à un nettoyage de la surface.

> BOUCHARDAGE

Attaque de la surface à l'aide d'une boucharde faisant éclater la surface du béton pour offrir un aspect rugueux plus ou moins prononcé. Ce traitement fait ressortir la structure interne des gros granulats.

> PONÇAGE

Parement attaqué superficiellement à la meule abrasive à sec ou à l'eau, dégageant partiellement les sables.

> HYDRODÉCAPAGE

Le parement durci est attaqué au jet d'eau sous forte pression. Le calibrage du jet et sa pression permettent de varier la profondeur de l'attaque et donc l'état de surface obtenu.

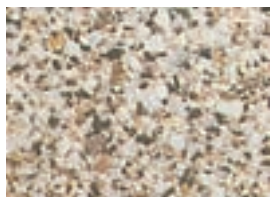
> MÉTALLISATION

Développée par le CERIB, cette technique permet d'obtenir des aspects de surface aux reflets métalliques (cuivre, bronze, aluminium, laiton, etc.) par projection à haute température de particules.

L'enlèvement d'une partie de la peau du béton par certaines de ces diverses techniques impose de prévoir un supplément d'enrobage des armatures.

3.3.3 - Calepinages

Désactivation



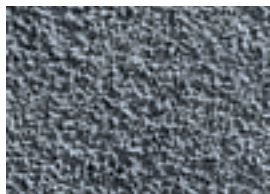
Décapage à l'acide



Sablage profond



Grenailage



Piquetage/ciselage



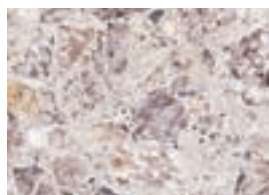
Éclatement



Grésage



Adoucissage



Polissage



Les calepinages des parements sont définis en fonction du type de coffrage ou de matrice et de leurs caractéristiques dimensionnelles. La prise en compte de toutes les contraintes de coffrage permet de définir un calepinage des joints qui peut donner du rythme à la surface du parement.

Si le coulage du parement ne peut pas être réalisé en une seule fois, il convient de créer des « accidents » volontaires du parement qui permettent de dissimuler, en des endroits préalablement choisis les reprises de bétonnage ou de concevoir le parement en tenant compte des marques visibles que laisseront les joints.



Bouchardage



Pour les parements de grandes dimensions coulés en place, les tiges qui maintiennent l'écartement des deux parois et évitent les risques de déformation, sous la pression du béton lors du coulage, doivent être calepinées afin que les « trous de bandes » et les embouts coniques qui subsistent après décoffrage s'intègrent en harmonie avec l'aspect du parement.

3.3.4 - Matérialisation des joints

La répartition des joints de reprise de coulage est fonction de la logique constructive de l'ouvrage et des techniques utilisées par l'entreprise. Les joints sont inévitables et réaliser un parement sans aucune trace de joint est quasiment impossible. Il est donc préférable de concevoir le parement en tenant compte des marques visibles que laisseront les joints et de créer ainsi une surface de qualité homogène avec des marques nettes. Les joints peuvent être dissimulés en les prévoyant dans les zones d'ombre ou, au contraire, accentués par un profilage en retrait.

Les parements peuvent être rythmés par des joints réguliers découlant de l'agencement des banches et un calepinage qui respecte les joints de structure de l'ouvrage. Le choix des effets de matière et des dessins des joints permet de donner vie à la surface.

3.3.5 - Différenciation des traitements de surface

Plusieurs techniques de traitement de surface offrant des bétons de teintes et de textures différentes peuvent être associées et combinées entre elles sur une même surface ou sur des surfaces adjacentes et créer ainsi une animation de l'ensemble des parements de l'ouvrage.

3.3.6 - Jeux de lumière

La peau du béton révèle les jeux de la lumière sur le parement. La lumière permet de mettre en valeur le rapport des volumes d'un ouvrage par effets de transparence ou d'ombres portées. Pour la réalisation de grandes surfaces, l'utilisation de





coffrages plus ou moins structurés permet de faire jouer la lumière sur le parement et créer ainsi une animation.

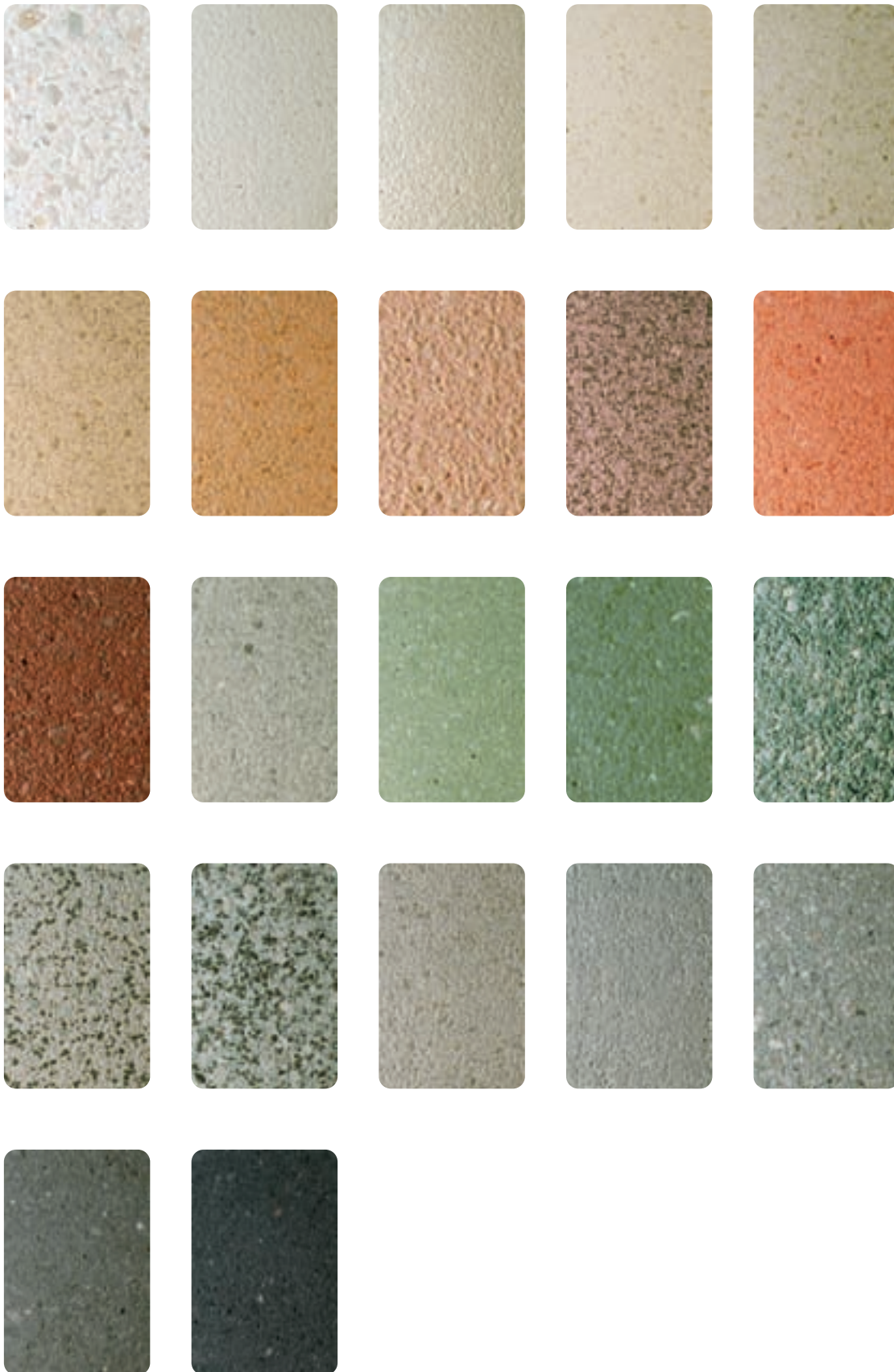
3.3.7 - Incrustations et motifs sculptés

Le béton se prête bien aux incrustations de formes et de tailles diverses. Pour animer les surfaces des parements, il est possible de créer des reliefs obtenus par incrustation ou incorporation d'éléments décoratifs ou sculptés dans le béton. Ces reliefs créent des jeux d'ombre et de lumière, des dessins, des formes géométriques ou des ponctuations.

Bétons polis



Bétons sablés



Bétons bruts



Bétons bouchardés



Bétons lavés

